

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

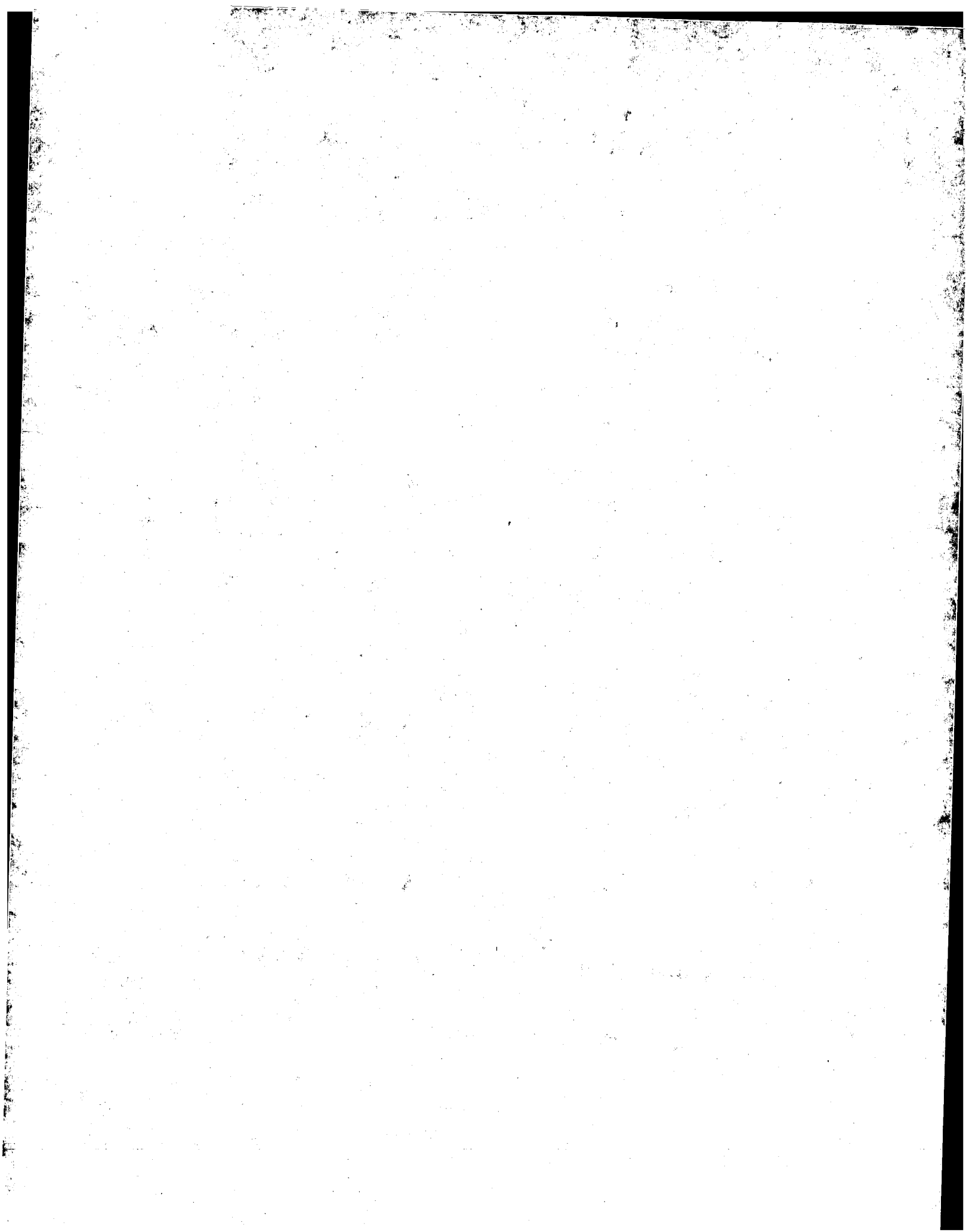
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 29 019 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 J 37/304**  
H 01 J 37/30  
G 03 F 7/20

21 Aktenzeichen: 101 29 019.5  
22 Anmeldetag: 13. 6. 2001  
43 Offenlegungstag: 10. 1. 2002

DE 101 29 019 A 1

30 Unionspriorität:  
00-182788 19. 06. 2000 JP

71 Anmelder:  
Advantest Corp., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336  
München

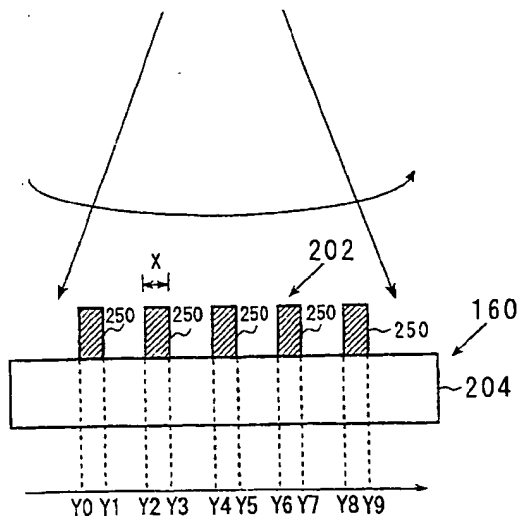
72 Erfinder:  
Takakuwa, Masaki, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Targetmarke, Verfahren zu deren Herstellung und Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung

57 Eine Targetmarke (160) weist ein Markenmuster mit mehreren Marken auf. Eine gesteuerte Breite der Marken führt zu einer hohen Genauigkeit und einem hohen Wirkungsgrad bei der Messung der Form eines Elektronenstrahls sowie der Fokussierung des Elektronenstrahls. Die Targetmarke umfaßt einen Metallmarkenbereich (202) mit einem vorbestimmten Markenmuster, welches aus einem epitaxial aufgewachsenen Metall besteht, und ein Substrat (204), welches den Metallmarkenbereich trägt.



DE 101 29 019 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Targetmarke, welche zum Einstellen eines Brennpunkts eines Elektronenstrahls oder zum Messen der Strahlform eines Elektronenstrahls einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung wie einer Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung verwendet wird. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Targetmarke, welche einen Metallmarkenbereich aufweist, der epitaxial aufgewachsen ist, mit einer Mikrolinienbreite.

[0002] Während des Belichtens eines Musters auf einer Probe oder einer Halbleiterscheibe unter Verwendung einer Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung ist es erforderlich, die Form einer elektrischen Stromverteilung eines Elektronenstrahls auf einer Oberfläche der Halbleiterscheibe in eine gewünschte Form einzustellen. Im Folgenden wird die Form einer elektrischen Stromverteilung eines Elektronenstrahls auf einer Oberfläche der Halbleiterscheibe als Elektronenstrahlform bezeichnet. Daher ist es wichtig, vorher die Form des durch eine Elektronenlinse vor dem Belichtungsvorgang gebildeten Strahls zu finden. Es ist auch wichtig, den Brennpunkt der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung so einzustellen, daß der Elektronenstrahl ein Bild auf einer Probe bilden kann.

[0003] Fig. 1 zeigt einen Vorgang des Messens einer Form eines Elektronenstrahls und des Fokussierens eines Elektronenstrahls unter Verwendung einer herkömmlichen Targetmarke 170. Die Targetmarke 170 hat einen Metallmarkenbereich 162, der durch ein Schwermetall gebildet ist, und ein Substrat 164, das aus einem Material wie Silizium besteht. Die Bearbeitung einer Schwermetallmembran, welche durch Sputtern im Vakuum auf das Substrat 164 aufgebracht ist, mit Hilfe der Lithographie ergibt den Metallmarkenbereich 162. Der Metallmarkenbereich 162 der herkömmlichen Targetmarke 170 ist so gebildet, daß er eine Linienbreite S0-X1 aufweist.

[0004] Als eines der Verfahren zum Messen der Elektronenstrahlform gibt es ein Verfahren zum Erhalten einer zweidimensionalen Verteilung des Elektronenstrahls, welche einer Position der Ablenkung entspricht, in dem der Metallmarkenbereich 162 in zwei Dimensionen unter Verwendung eines Elektronenstrahls abgetastet und das Elektronensignal, welches von dem Metallmarkenbereich 162 reflektiert wird, aufgezeichnet wird, während das reflektierte Elektronensignal mit dem Strahlablaster-Signal der Ablenkungsschaltung synchronisiert wird. Weiterhin wird in dem Fall der Fokussierung des Elektronenstrahls die Targetmarke 170 durch den Elektronenstrahl abgetastet, und die Anzahl der Elektronen, welche von der Targetmarke 170 reflektiert werden, wird durch einen Elektronendetektor, der in der Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung vorgesehen ist, erfaßt. Der Brennpunkt des Elektronenstrahls wird durch Messen des Grades der Fokussierung des Elektronenstrahls auf der Grundlage dieser Änderung der Anzahl der reflektierten Elektronen eingestellt.

[0005] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für das Meßergebnis der Anzahl der reflektierten Elektronen, deren Brennpunkt unter Verwendung der herkömmlichen Targetmarke 170 eingestellt ist. Fig. 2A zeigt ein Profil der gemessenen Anzahl der reflektierten Elektronen. Die Anzahl von verstreuten Elektronen zeigt angenähert einen maximalen Wert an der Peripherie der Kante (X0, X1) des Metallmarkenbereichs 162.

[0006] Fig. 2B zeigt ein Ergebnis, welches das Profil der gemessenen Anzahl von zerstreuten Elektronen nach Fig. 2A differenziert. Die Neigung der Kurve in Fig. 2A zeigt den maximalen und den minimalen Wert an der Peripherie der Kante (X0, X1) des Metallmarkenbereichs 162. Die Dif-

ferenz zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert der Neigung ist als P in Fig. 2B gezeigt. Wenn P zunimmt, wird dies so beurteilt, daß der Elektronenstrahl fokussiert ist. Wenn im Gegensatz hierzu P abnimmt, wird dies so beurteilt, daß der Elektronenstrahl nicht fokussiert ist. Die Targetmarke 170 wird mehrere Male durch den Elektronenstrahl abgetastet und das Steuersystem der Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung setzt die Bedingung für das optische Elektronensystem, indem der Durchschnittswert der mehreren Werte für P erhalten wird.

[0007] Da der herkömmliche Metallmarkenbereich 162 durch den lithographischen Prozeß gebildet wird, ist es schwierig, die Linienbreite von X0 bis X1 auf einen kleineren Wert als die minimale Verarbeitungsgröße des lithographischen Prozesses zu verringern. Daher ist die Meßgenauigkeit der Elektronenstrahlform auf die Linienbreite des Metallmarkenbereichs 162 begrenzt. Daher ist es schwierig, eine Strahlform zu messen, deren Linienbreite kleiner als die Linienbreite des Metallmarkenbereichs 162 ist. Darüber hinaus ist, da der Metallmarkenbereich 162 durch Sputtern des Metalls auf dem Substrat 164 auf dieses aufgedampft wird, die Kristallinität des Metallmarkenbereichs 162 ungeeignet. Hierdurch wird ein Elektronenfallenpegel in dem Metallmarkenbereich 162 so gebildet, daß der Flächenwiderstand des Metallmarkenbereichs 162 nicht herabgesetzt werden kann. Es ist kein wünschenswerter Zustand für die Aufstrahlung des Elektronenstrahls, wenn der Flächenwiderstand des Metallmarkenbereichs 162 groß ist.

[0008] Da die Linienbreite des Metallmarkenbereichs 162 groß ist, muß, wie anhand von Fig. 2 erläutert ist, die Targetmarke 170 mehrere Male durch den Elektronenstrahl abgetastet werden, um den Grad der Fokussierung des Elektronenstrahls zu messen. Daher besteht ein Problem hinsichtlich der Zeit, welche zum Einstellen eines Brennpunkts erforderlich ist, wenn die herkömmliche Targetmarke 170 verwendet wird.

[0009] Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Targetmarke, ein Verfahren zum Herstellen einer Targetmarke und eine Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung, die eine Targetmarke enthält, vorzuschlagen, welche in der Lage sind, die obigen Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Die obige und andere Aufgaben können durch Kombinationen, die in den unabhängigen Ansprüchen beschrieben sind, gelöst werden. Die abhängigen Ansprüche definieren weitere vorteilhafte und beispielhafte Kombinationen der vorliegenden Erfindung.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Targetmarke zum Einstellen eines Brennpunkts eines Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung vorgesehen. Die Targetmarke weist einen Metallmarkenbereich mit einem vorbestimmten Markennmuster auf, wobei der Metallmarkenbereich ein epitaxiales Metall und ein Substrat, welches den Metallmarkenbereich stützt, aufweist.

[0011] Das Substrat kann eine Nut besitzen, welche Seitenwände hat; und der Metallmarkenbereich kann eine epitaxiale Metallmembran auf zumindest einer der Seitenwände der Nut aufweisen. Die Linienbreite des Metallmarkenbereichs kann im Wesentlichen 0,1 µm oder weniger sein. Das Metall kann ein Schwermetall sein. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat das Substrat mehrere Nuten und der Metallmarkenbereich hat die epitaxiale Metallmembran auf mehreren der Seitenwände der mehreren Nuten.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Targetmarke zum Einstellen eines Brennpunkts eines Elektronenstrahls und zum Messen einer Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behand-

[0016] Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer Targetmarke, die einen Metallmarkenbereich mit einem vorbestimmten Markenmuster hat, der zum Einstellen eines Brennpunkts

[0023] Fig. 2A und 2B ein Beispiel für das Meßergebnis hinsichtlich der Anzahl der reflektierten Elektronen, deren Brennpunkt unter Verwendung der herkömmlichen Targetmarke nach Fig. 1 eingestellt ist.

[0024] Fig. 3 die Konfiguration einer Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0025] Fig. 4 ein Konzept zur Messung der Form eines Elektronenstrahl und zur Einstellung des Brennpunkts unter Verwendung der Targetmarke nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0026] Fig. 5A und 5B ein Beispiel für das Ergebnis hinsichtlich der gemessenen Anzahl von reflektierten Elektronen, welche von dem Metallmarkenbereich emittiert werden, bei Verwendung der Targetmarke nach dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel.

[0027] Fig. 6A bis 6C ein Verfahren zum Herstellen der Targetmarke nach der vorliegenden Erfindung.

[0028] Fig. 7A bis 7C ein anderes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Herstellen der Targetmarke, welche einen Metallmarkenbereich mit einem vorbestimmten Markenmuster hat.

[0029] Fig. 8 ein anderes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Herstellen der Targetmarke.

[0030] Fig. 3 zeigt die Konfiguration einer Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 umfaßt eine Belichtungseinheit 150, welche einen vorbestimmten Belichtungsvorgang auf einer Halbleiterscheibe 64 unter Verwendung eines Elektronenstrahls durchführt, sowie ein Steuersystem 140, welches die Arbeitsweise jeder Komponente der Belichtungseinheit 150 steuert.

[0031] Die Belichtungseinheit 150 hat ein Elektronenstrahl-Bestrahlungssystem 110, ein Maskenprojektionssystem 112, ein Einstelllinsensystem 114 und ein optisches Elektronensystem, welches ein Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116 enthält. Das Elektronenstrahl-Bestrahlungssystem 100 dient zum Bestrahlen mit einem vorbestimmten Elektronenstrahl. Das Maskenprojektionssystem 112 lenkt einen Elektronenstrahl ab, welcher von dem Elektronenstrahl-Bestrahlungssystem 110 emittiert wird, und stellt auch die Abbildungsposition eines Elektronenstrahls an einer Peripherie einer Maske 30 ein.

[0032] Das Brennpunkteinstell-Linsensystem 114 bildet das gebündelte Bild des Elektronenstrahls an der Peripherie der runden Öffnung 48 ab. Das optische Elektronensystem enthält ein Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116, das den Elektronenstrahl, welcher durch die Maske 30 hindurchgeht, auf einen bestimmten Bereich der Halbleiterscheibe 64, die auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 positioniert ist, ablenkt.

[0033] Das Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116 stellt auch die Richtung und die Größe des Bildes des Musters, welches zu der Halbleiterscheibe 64 zu übertragen ist, ein.

[0034] Weiterhin umfaßt die Belichtungseinheit 150 ein Untersatzsystem, welches einen Maskenuntersatz 72, eine Maskenuntersatz-Antriebseinheit 68, einen Halbleiterscheiben-Untersatz 62 und eine Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70 enthält. Die Maske 30 ist auf dem Maskenuntersatz 72 positioniert. Die Maske 30 hat mehrere Blöcke auf welchen jedes der Muster, mit denen die Halbleiterscheibe 64 zu belichten ist, gebildet sind. Die Maskenuntersatz-Antriebseinheit 68 treibt den Maskenuntersatz 72 an. Die Halbleiterscheibe 64, auf welcher das Muster abgebildet wird, ist auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 positioniert. Die Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70 treibt den Halbleiterscheiben-Untersatz 62 an.

[0035] Weiterhin hat die Belichtungseinheit 150 einen Elektronendetektor 60, der die Elektronen erfaßt, die von der Seite des Halbleiterscheiben-Untersatzes 62 zerstreut

werden, und die erfaßten Elektronen in ein elektrisches Signal umwandelt, das der Anzahl der zerstreuten Elektronen entspricht, um das optische Elektronensystem einzustellen. Der Halbleiterscheiben-Untersatz 62 hat eine Targetmarke 160, die zur Einstellung des Brennpunkts, der Größe der Ablenkung und/oder der Strahlform des Elektronenstrahls verwendet wird.

[0036] Das Elektronenstrahl-Bestrahlungssystem 110 hat eine erste Elektronenlinse 14 und einen Schlitz 16. Die erste Elektronenlinse 14 bestimmt die Brennpunktposition des gebündelten Bildes des Elektronenstrahls, welcher von der Elektronenkanone erzeugt ist. Ein rechteckförmiger Schlitz für den Durchgang des Elektronenstrahls ist auf dem Schlitz 16 gebildet. Da die Elektronenkanone 12 eine vorbestimmte Zeit benötigt, um einen stabilen Elektronenstrahl zu erzeugen, kann die Elektronenkanone 12 kontinuierlich einen Elektronenstrahl während einer Belichtungsvorgangsperiode erzeugen.

[0037] Ein Schlitz ist vorzugsweise in einer Form gebildet, die der Form des Blockes angepaßt ist, der ein vorbestimmtes, auf der Maske 30 gebildetes Muster enthält. In Fig. 3 wird die optische Achse des Elektronenstrahls, wenn der von dem Elektronenstrahl-Bestrahlungssystem 110 abgegebene Elektronenstrahl nicht von dem optischen Elektronensystem abgelenkt wird, durch die projizierte Linie A ausgedrückt.

[0038] Das Maskenprojektionssystem 112 hat eine erste Ablenkvorrichtung 18, eine zweite Ablenkvorrichtung 22, eine dritte Ablenkvorrichtung 26, eine zweite Elektronenlinse 20 und eine erste Austastelektrode 24. Die erste Ablenkvorrichtung 18, die zweite Ablenkvorrichtung 22 und die dritte Ablenkvorrichtung 26 arbeiten als ein Ablenkssystem für eine Maske, welche einen Elektronenstrahl ablenkt. Die zweite Elektronenlinse 20 arbeitet als ein Fokussiersystem für eine Maske, welche den Brennpunkt des Elektronenstrahls einstellt. Die erste Ablenkvorrichtung 18 und die zweite Ablenkvorrichtung 22 lenken den Elektronenstrahl ab, um den Elektronenstrahl auf einen vorbestimmten Bereich der Maske 30 zu strahlen.

[0039] Beispielsweise kann der vorbestimmte Bereich ein Block sein, welcher ein in die Halbleiterscheibe 64 einschreibendes Muster aufweist. Die Querschnittsform eines Elektronenstrahls erhält dieselbe Form wie das Muster, da der Elektronenstrahl durch das Muster hindurchgeht. Das Bild des Elektronenstrahls, welcher durch den Block hindurchgegangen ist, auf dem ein vorbestimmtes Muster gebildet ist, wird als ein Musterbild bezeichnet. Die dritte Ablenkvorrichtung 26 lenkt die Bahn des Elektronenstrahls, der durch die erste Ablenkvorrichtung 18 und die zweite Ablenkvorrichtung 22 hindurchgegangen ist, so ab, daß sie angenähert parallel zu der optischen Achse A ist. Die zweite Elektronenlinse 20 hat die Funktion der Abbildung des Bildes der Öffnung des Schlitzes 16 auf der Maske 30, die auf dem Maskenuntersatz 72 angeordnet ist.

[0040] Das Einstelllinsensystem 114 hat eine dritte Elektronenlinse 28 und eine vierte Elektronenlinse 32. Die dritte Elektronenlinse 28 und die vierte Elektronenlinse 32 fokussieren den Elektronenstrahl auf die Halbleiterscheibe 64. Das Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116 hat eine fünfte Elektronenlinse 40, eine sechste Elektronenlinse 46, eine siebente Elektronenlinse 50, eine achte Elektronenlinse 52, eine neunte Elektronenlinse 66, eine vierte Ablenkvorrichtung 34, eine fünfte Ablenkvorrichtung 38, eine sechste Ablenkvorrichtung 42, eine Hauptablenkvorrichtung 56, eine Subablenkvorrichtung 58, eine zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 und eine Rundblende 48.

[0041] Das Bildmuster dreht sich aufgrund des Einflusses des eingestellten Wertes der Intensität der Linsen. Die fünfte

Elektronenlinse 40 stellt die Größe der Drehung des Musterbildes des Elektronenstrahls, welcher durch den vorbestimmten Block der Maske 30 hindurchgegangen ist, ein. Die sechste Elektronenlinse 46 und die siebente Elektronenlinse 50 stellen ein Reduktionsverhältnis des Bildmusters ein, welches auf die Halbleiterscheibe 40 übertragen wird, gegenüber dem auf der Maske 30 gebildeten Muster. Die achte Elektronenlinse 52 und die neunte Elektronenlinse 66 wirken als eine Objektlinse.

[0042] Die vierte Ablenkvorrichtung 34 und die sechste Ablenkvorrichtung 42 lenken den Elektronenstrahl zu der Richtung der optischen Achse A strahlabwärts der Maske 30 in der Vorwärtsrichtung des Elektronenstrahls ab. Die fünfte Ablenkvorrichtung 38 lenkt den Elektronenstrahl derart ab, daß der Elektronenstrahl angenähert parallel zu der optischen Achse A verläuft. Die Hauptablenkvorrichtung 56 und die Subablenkvorrichtung 58 lenken den Elektronenstrahl in der Weise ab, daß der Elektronenstrahl einen vorbestimmten Bereich auf der Halbleiterscheibe 64 bestrahlt. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Hauptablenkvorrichtung 56 verwendet zum Ablenken des Elektronenstrahls zwischen den Subfeldern, die mehrere Aufnahmebereiche enthalten, die Bereiche sind, die mit einer Aufnahme des Elektronenstrahls bestrahlt werden können. Die Subablenkvorrichtung 58 wird verwendet zum Ablenken des Elektronenstrahls zwischen den Aufnahmebereichen des Subfeldes.

[0043] Die Rundblende 48 hat eine runde Öffnung. Die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 können den Elektronenstrahl durch Synchronisieren des Elektronenstrahls mit hoher Geschwindigkeit ein-/ausschalten. Insbesondere haben die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 eine Funktion zum Ablenken des Elektronenstrahls in der Weise, daß der Elektronenstrahl den Außenbereich der Rundblende 48 bestrahlt. D. h. die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 können die Größe des Elektronenstrahls, welcher die Halbleiterscheibe 64 erreicht, ohne Änderung des Musterbildes, das auf der Halbleiterscheibe 64 abgebildet wird, steuern.

[0044] Daher können die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 verhindern, daß sich der Elektronenstrahl in seiner Vorwärtsrichtung über die Rundblende 48 hinaus fortsetzt. Da die Elektronenkanone 12 immer den Elektronenstrahl während der Belichtungsperioden abstrahlt, lenken die erste Austastelektrode 24 und die Austast-Ablenkvorrichtung 36 vorzugsweise den Elektronenstrahl in der Weise ab, daß der Elektronenstrahl sich nicht über die Rundblende 48 hinaus fortpflanzt, wenn das auf die Halbleiterscheibe 64 zu übertragende Muster gewechselt wird oder wenn der Bereich der Halbleiterscheibe 64, welcher mit dem Muster zu belichten ist, geändert wird.

[0045] Das Steuersystem 140 umfaßt eine Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 und eine individuelle Steuervorrichtung 120. Die individuelle Steuervorrichtung 120 hat eine Ablenkvorrichtungs-Steuervorrichtung 82, eine Maskenuntersatz-Steuervorrichtung 84, eine Aufnahme-Steuervorrichtung 86, eine Elektronenlinsen-Steuervorrichtung 88, eine Verarbeitungsvorrichtung 90 für reflektierte Elektronen und eine Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92. Die Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 ist beispielsweise eine Arbeitsstation, die jede der Steuereinheiten, die in der individuellen Steuervorrichtung 120 enthalten sind, vereinigt und steuert. Die Ablenkvorrichtungs-Steuervorrichtung 82 steuert die erste Ablenkvorrichtung 18, die zweite Ablenkvorrichtung 22, die dritte Ablenkvorrichtung 26, die vierte Ablenkvorrichtung 34, die fünfte Ablenkvor-

richtung 38, die sechste Ablenkvorrichtung 42, die Hauptablenkvorrichtung 56 und die Subablenkvorrichtung 58. Die Maskenuntersatz-Steuervorrichtung 84 steuert die Maskenuntersatz-Antriebseinheit 68, um den Maskenuntersatz 72 zu bewegen.

[0046] Die Aufnahme-Steuervorrichtung 86 steuert die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 vorzugsweise so gesteuert, daß der Elektronenstrahl während des Belichtungsvorgangs auf die Halbleiterscheibe 64 gestrahlt wird, und daß der Elektronenstrahl mit Ausnahme des Belichtungsvorgangs nicht die Halbleiterscheibe 64 erreicht.

[0047] Die Elektronenlinsen-Steuervorrichtung 88 steuert den elektrischen Strom, welcher zu der ersten Elektronenlinse 14, der zweiten Elektronenlinse 20, der dritten Elektronenlinse 28, der vierten Elektronenlinse 32, der fünften Elektronenlinse 40, der sechsten Elektronenlinse 46, der siebenten Elektronenlinse 50, der achten Elektronenlinse 52 und der neunten Elektronenlinse 66 geliefert wird. Die Verarbeitungsvorrichtung 90 für reflektierte Elektronen erfaßt die digitalen Daten, welche die Elektronenmenge anzeigen, auf der Grundlage des von dem Elektronendetektor 60 erzeugten elektrischen Signals. Die Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92 bewegt den Halbleiterscheiben-Untersatz 62 in eine vorbestimmte Position unter Verwendung der Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70. [0048] Die Arbeitsweise der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird nun erläutert. Die Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 führt einen Einstellvorgang durch, welcher die Konfiguration wie das optische Elektronensystem einstellt, bevor der Belichtungsvorgang durchgeführt wird.

[0049] Nachfolge wird zuerst der Einstellvorgang des optischen Elektronensystems vor dem Belichtungsvorgang erläutert. Der Halbleiterscheiben-Untersatz 62 hat eine Targetmarke 160, welche zur Einstellung des Brennpunkts und des Grads der Ablenkung des Elektronenstrahls und/oder zur Messung der Größe des Elektronenstrahls verwendet wird. Die Targetmarke 160 ist vorzugsweise auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 mit Ausnahme des Bereichs, in welchem sich die Halbleiterscheibe befindet, vorgesehen.

[0050] Um den Elektronenstrahl zu fokussieren, bewegt die Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92 die Targetmarke 160, welche auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 für eine Brennpunkteinstellung vorgesehen ist, zu der Peripherie der optischen Achse A, wobei die Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70 verwendet wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Targetmarke 160 einen Metallmarkenbereich auf, welcher ein einziges Markenmuster hat, das durch epitaxiales Aufwachsen des Metalls hergestellt wurde. Als Nächstes wird die Brennpunktposition von jeder der Linsen auf die vorbestimmte Position eingestellt. Dann tastet der Elektronenstrahl den Metallmarkenbereich der Targetmarke 160 ab. Zur selben Zeit gibt der Elektronendetektor 60 das elektrische Signal entsprechend den reflektierten Elektronen ab, die durch Bestrahlen der Targetmarke 160 mit dem Elektronenstrahl erzeugt wurden.

[0051] Die Verarbeitungsvorrichtung 90 für die reflektierten Elektronen erfaßt die Menge der reflektierten Elektronen und teilt die Menge der erfaßten Elektronen der Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 mit. Die Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 beurteilt auf der Grundlage der erfaßten Elektronenmenge, ob das Linsensystem fokussiert ist oder nicht. Die Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 steuert den

elektrischen Strom, welcher zu jeder der Elektronenlinsen geliefert wird, um den Differentialwert der erfaßten Wellenform der reflektierten Elektronen zu maximieren.

[0052] Weiterhin bewegt die Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92 die Targetmarke 160, welche auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 vorgesehen ist, um die Strahlform zu messen, zu der Peripherie der optischen Achse A unter Verwendung der Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Targetmarke 160, die zur Messung der Strahlform verwendet wird, dieselbe sein wie die Targetmarke 160, welche zur Brennpunkteinstellung verwendet wird. Der Pegel der oberen Oberfläche des Metallmarkenbereichs ist vorzugsweise gleich dem Pegel der Oberfläche der Halbleiterscheibe 64. Wenn der Metallmarkenbereich durch den Elektronenstrahl in zwei Dimensionen abgetastet wird, wird der Elektronenstrahl, der zu der Verteilung des Strahl proportional ist, von dem Metallmarkenbereich reflektiert. Durch Aufzeichnen des Signals über die reflektierten Elektronen, während dieses Signal mit dem Strahlablastsignal der Ablenkungsschaltung synchronisiert wird, wird eine zweidimensionale Verteilung des Strahls entsprechend der Ablenkposition erhalten, und daher die Strahlform gemessen werden.

[0053] Wenn beispielsweise das Koordinatensystem der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 unter Verwendung eines Laser-Interferometers als Bezugsgegenstand konfiguriert wird, um den Belichtungsvorgang mit hoher Genauigkeit durchzuführen, ist es erforderlich, das Ablenkungs-Koordinatensystem des Elektronenstrahls und das orthogonale Koordinatensystem, welches sich auf das Laser-Interferometer bezieht, genau zu korrigieren. Daher bewegt, nachdem der Elektronenstrahl fokussiert ist, die Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92 die Targetmarke 160, welche auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 52 vorgesehen ist und auf welcher die vorbestimmte Markierung gebildet ist für die Korrektur der Größe der Ablenkung, zu der Peripherie der optischen Achse A unter Verwendung der Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70, um die Größe der Ablenkung zu korrigieren.

[0054] Die Ablenkvorrichtung lenkt den Elektronenstrahl ab, um die Markierung der Targetmarke 160 mehrere Male durch den Elektronenstrahl abzutasten, welche zum Einstellen der Größe der Ablenkung verwendet wird. Der Elektronendetektor 60 erfaßt die Änderung der reflektierten Elektronen, welche von der Targetmarke 160 emittiert werden, und teilt die Änderung der Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 mit. Die Vereinigungs-Steuervorrichtung 130 kann auf der Grundlage der erfaßten Wellenform der reflektierten Elektronen die Kante der Marke bestimmen und die mittlere Position der Markenkoordinate finden. Durch Erfassen der Markierung in der vorbeschriebenen Weise können das Ablenkungs-Koordinatensystem und das orthogonale Koordinatensystem korrigiert werden. Auch kann die Ablenkvorrichtung den Elektronenstrahl genau auf den vorbestimmten Bereich der Halbleiterscheibe strahlen.

[0055] Als Nächstes wird die Arbeitsweise von jeder der Komponenten der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 während der Durchführung des Belichtungsvorgangs erläutert. Die Maske 30, welche mehrere Blöcke aufweist, auf denen ein vorbestimmtes Muster gebildet ist, ist auf dem Maskenuntersatz 72 vorgesehen, und die Maske 30 ist in der vorbestimmten Position fixiert. Weiterhin ist die Halbleiterscheibe 64, auf welcher der Belichtungsvorgang durchgeführt wird, auf dem Halbleiterscheiben-Untersatz 62 vorgesehen.

[0056] Die Halbleiterscheiben-Untersatz-Steuervorrichtung 92 bewegt den Halbleiterscheiben-Untersatz 62 mittels

der Halbleiterscheiben-Untersatz-Antriebseinheit 70, um den Bereich der Halbleiterscheibe 64, welcher belichtet werden soll, an der Peripherie der optischen Achse A anzuordnen. Da die Elektronenkanone 12 während der Belichtungs-  
5 vorgangsperiode immer den Elektronenstrahl abstrahlt, steuert die Aufnahme-Steuervorrichtung 86 die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 in der Weise, daß der Elektronenstrahl, welcher durch die Öffnung des Schlitzes 16 hindurchgegangen ist, vor dem  
10 Beginn des Belichtungsvorgangs die Halbleiterscheibe 64 nicht bestrahlt. In dem Maskenprojektionssystem 112 werden die zweite Elektronenlinse 20 und die Ablenkvorrichtung 18, 22 und 26 so eingestellt, daß der Elektronenstrahl auf den Block gestrahlt werden kann, auf welchem das zu  
15 der Halbleiterscheibe 64 zu übertragende Muster gebildet ist. In dem Einstelllinsensystem 114 sind die Elektronenlinsen 28, und 32 so eingestellt, daß die Bündelungsposition des Elektronenstrahls auf die Rundblende 48 fokussiert ist.  
20 [0057] Darüber hinaus sind in dem Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116 die Elektronenlinsen 40, 46, 50, 52 und 66 sowie die Ablenkvorrichtungen 34, 38, 42, 56 und 58 so eingestellt, daß das Musterbild zu dem vorbestimmten Bereich der Halbleiterscheibe 64 übertragen werden kann.

[0058] Nach der Einstellung des Maskenprojektionssystems 112, des Einstelllinsensystems 114 und des Halbleiterscheiben-Projektionssystems 116 hält die Aufnahme-Steuervorrichtung 86 die Ablenkung des Elektronenstrahls durch die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 an. Hierdurch wird der Elektronenstrahl durch die Maske 30 auf die Halbleiterscheibe 64  
30 gestrahlt. Die Elektronenkanone 12 erzeugt einen Elektronenstrahl und die erste Elektronenlinse 14 stellt die Brennpunktposition des Elektronenstrahls ein, um den Elektronenstrahl durch den Schlitz 16 zu strahlen. Dann lenken die erste Ablenkvorrichtung 18 und die zweite Ablenkvorrichtung 22 den Elektronenstrahl ab, welcher durch die Öffnung des Schlitzes 16 hindurchgegangen ist, um den Elektronenstrahl auf den vorbestimmten Bereich der Maske 30, in welchem das zu übertragende Muster gebildet ist, zu strahlen.  
40 [0059] Der Elektronenstrahl, welcher durch die Öffnung des Schlitzes 16 hindurchgegangen ist, hat einen rechteckigen Querschnitt. Der Elektronenstrahl, welcher durch die Ablenkvorrichtung 18 und die zweite Ablenkvorrichtung 22 abgelenkt wurde, wird durch die dritte Ablenkvorrichtung 26 so abgelenkt, daß er angenähert parallel zu der optischen Achse A verläuft. Darüber hinaus wird der Elektronenstrahl so eingestellt, daß das Bild der Öffnung des Schlitzes 16 durch die zweite Elektronenlinse 20 in dem vorbestimmten Bereich auf der Maske 30 abgebildet wird.

[0060] Dann wird der Elektronenstrahl, welcher durch das auf der Maske 30 gebildete Muster hindurchgegangen ist, zu der Richtung nahe der optischen Achse A durch die vierte Ablenkvorrichtung 34 und die sechste Ablenkvorrichtung 42 abgelenkt, und der Elektronenstrahl wird durch die fünfte  
55 Ablenkvorrichtung 38 so abgelenkt, daß er angenähert parallel zu optischen Achse A verläuft. Darüber hinaus wird der Elektronenstrahl so eingestellt, daß das Bild des auf der Maske 30 gebildeten Musters durch die dritte Elektronenlinse 28 und die vierte Elektronenlinse 32 auf die Oberfläche der Halbleiterscheibe 64 fokussiert wird. Die Größe der Drehung des Musterbildes wird durch die fünfte Elektronenlinse 40 eingestellt, und das Verhältnis der Verkleinerung des Musterbildes wird durch die sechste Elektronenlinse 46 und die siebente Elektronenlinse 50 eingestellt.

[0061] Dann wird der Elektronenstrahl durch die Hauptablenkvorrichtung 56 und die Subablenkvorrichtung 58 so abgelenkt, daß er auf den vorbestimmten Aufnahmebereich auf der Halbleiterscheibe 64 gestrahlt wird. Bei dem vorlie-



genden Ausführungsbeispiel lenkt die Hauptablenkvorrichtung 56 den Elektronenstrahl zwischen den Subfeldern ab, welche mehrere Aufnahmebereiche enthalten. Die Subablenkvorrichtung 58 lenkt den Elektronenstrahl zwischen den Aufnahmebereichen in dem Subfeld ab. Der zu dem vorbestimmten Aufnahmebereich abgelenkte Elektronenstrahl wird durch die achte Elektronenlinse 52 und die neunte Elektronenlinse 66 eingestellt und auf die Halbleiterscheibe 64 gestrahlt. Hierdurch wird das auf der Maske 30 gebildete Musterbild auf den vorbestimmten Aufnahmebereich auf der Halbleiterscheibe 64 übertragen.

[0062] Nachdem die vorbestimmte Belichtungsperiode verstrichen ist, steuert die Aufnahme-Steuervorrichtung 86 die erste Austastelektrode 24 und die zweite Austast-Ablenkvorrichtung 36 so, daß der Elektronenstrahl in der Weise abgelenkt wird, daß er die Halbleiterscheibe 64 nicht mehr bestrahlt. Der vorbeschriebene Prozeß lichtet das Muster, welches auf der Maske 30 gebildet ist, in dem vorbestimmten Aufnahmebereich auf der Halbleiterscheibe 64 ab.

[0063] Um den nächsten Aufnahmebereich mit dem auf der Maske 30 gebildeten Muster zu belichten, werden in dem Maskenprojektionssystem 112 die zweite Elektronenlinse 20 und die Ablenkvorrichtungen 18, 22, und 26 so eingestellt, daß der Elektronenstrahl auf den Block gestrahlt werden kann, auf welchem das zu der Halbleiterscheibe 64 zu übertragende Muster gebildet ist. In dem Einstellensystem 114 werden die Elektronenlinsen 28 und 32 so eingestellt, daß die Bündelungsposition des Elektronenstrahls auf die Rundblende 48 fokussiert ist. Darüber hinaus werden in dem Halbleiterscheiben-Projektionssystem 116 die Elektronenlinsen 40, 46, 50, 52 und 66 und die Ablenkvorrichtung 34, 38, 42, 56 und 58 so eingestellt, daß das Musterbild zu dem vorbestimmten Bereich der Halbleiterscheibe 64 übertragen werden kann.

[0064] Insbesondere stellt die Subablenkvorrichtung 58 das elektrische Feld so ein, daß das von dem Maskenprojektionssystem 112 erzeugte Musterbild auf dem nächsten Aufnahmebereich abgeleitet wird. Dann wird das Muster wie vorstehend gezeigt in dem Aufnahmebereich abgeleitet. Nach der Ablichtung des Musters in dem gesamten Aufnahmebereich, dessen Belichtung erforderlich ist, innerhalb des Subfeldes, stellt die Hauptablenkvorrichtung 56 das magnetische Feld so ein, daß das Muster in dem nächsten Subfeld abgeleitet werden kann. Die Elektronenstrahl-Belichtungs-vorrichtung 100 kann das gewünschte Schaltungsmuster auf der Halbleiterscheibe 64 ablichten durch wiederholtes Durchführen des vorbeschriebenen Belichtungsvorgangs.

[0065] Fig. 4 zeigt ein Konzept zum Messen der Form eines Elektronenstrahls und zum Einstellen des Brennpunkts unter Verwendung der Targetmarke 160 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Targetmarke 160 nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird vorzugsweise verwendet zum Messen der Form des Elektronenstrahls und zum Einstellen des Brennpunkts des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung wie der Elektronenstrahl-Belichtungs-vorrichtung 100. Die Targetmarke 160 weist einen Metallmarkenbereich 202 und ein Substrat 204 auf. Der Metallmarkenbereich 202 hat ein vorbestimmtes Markenmuster enthaltend mehrere Linienmarken 250, die durch epitaxiales Aufwachsen eines Metalls gebildet sind. Das Substrat 204 stützt den Metallmarkenbereich 202. Insbesondere wird für den Fall der Verwendung der Targetmarke 160 zum Messen der Form des Elektronenstrahls und zum Einstellen des Brennpunkts des Elektronenstrahls der Metallmarkenbereich 202 vorzugsweise unter Verwendung eines Schwermetalls wie Wolfram (W) gebildet, das eine große Menge von reflektierten Elektronen des Elektronenstrahls emittiert.

[0066] Da der Metallmarkenbereich 202 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch epitaxiales Aufwachsen des Metalls gebildet wird, kann die Linienbreite X (siehe Fig. 4) der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 schmaler ausgebildet sein als die Linienbreite X des Metallmarkenbereichs 162 bei dem herkömmlichen Targetmarkenmaterial 170. Weiterhin die Linienbreite X der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 durch Verwendung der epitaxialen Aufwachstechnologie in der Größenordnung der Atomschicht gesteuert werden. Die Linienbreite X der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 wird vorzugsweise so gebildet, daß sie etwa 0,15 µm oder weniger beträgt. Noch bevorzugter wird die Linienbreite X der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 205 so gebildet, daß sie etwa 0,1 µm oder weniger beträgt. Noch mehr bevorzugt ist, daß die Linienbreite X der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 so gebildet ist, daß sie etwa 0,01 µm oder weniger beträgt. Die Form des Elektronenstrahls kann genau gemessen werden durch Bildung der Linienbreite der Linienmarken 205 des Metallmarkenbereichs 202 in der Weise, daß sie kleiner als die Form des Elektronenstrahls ist.

[0067] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können die Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 auf dem Substrat 204 innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls vorgesehen sein. Weiterhin hat, da der Metallmarkenbereich 202 eine Kristallinität besitzt, der Metallmarkenbereich 202 einen geringeren Widerstand als der Widerstand des herkömmlichen Metallmarkenbereichs 162. Daher ist es schwierig, daß der Metallmarkenbereich 202 geladen wird im Vergleich zu dem Metallmarkenbereich 162, selbst wenn der Elektronenstrahl den Metallmarkenbereich 202 bestrahlt.

[0068] Die Fig. 5A und B zeigen ein Beispiel für das Meßergebnis der Menge von reflektierten Elektronen, welche von dem Metallmarkenbereich 202 bei Verwendung der Targetmarke 160 nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 emittiert wurden. Fig. 5A zeigt das Profil der gemessenen Menge von emittierten Elektronen. An der Peripherie der Mitte jeder Linienmarke 250 (Y0-Y9) des Metallmarkenbereichs 202 wird die Menge der emittierten Elektronen angenähert dem maximalen Wert. Fig. 5B zeigt das Ergebnis, welches das Profil der gemessenen Menge der emittierten Elektronen nach Fig. 5A differenziert. An der Peripherie der Kante (Y0-Y9) der Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 wird die Neigung der Kurve nach Fig. 5A gleich dem maximalen Wert oder dem minimalen Wert. Die Differenz zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert der Neigung ist in Fig. 5B als P(n) gezeigt. Wie in Fig. 5B gezeigt ist, können fünf Differenzwerte von P(1) bis P(5) erhalten werden bei Verwendung der Targetmarke 160 nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel.

[0069] Wie in Fig. 2 gezeigt ist, wird im Fall der Einstellung des Brennpunkts bei Verwendung der herkömmlichen Targetmarke 170 nur ein Differenzwert P durch die einmalige Strahlabtastung erhalten. Daher wird herkömmlicherweise der Brennpunkt eingestellt, indem das Targetmarkenmaterial mehrere Male durch den Elektronenstrahl abgetastet und der Durchschnittswert der erhaltenen Differenzwerte P berechnet werden. Wenn jedoch der Brennpunkt unter Verwendung der Targetmarke 160 nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eingestellt wird, können mehrere Differenzwerte P(1) bis P(5) durch einmalige Strahlabtastung erhalten werden. Somit kann der Brennpunkt eingestellt werden durch Berechnung des Durchschnittswertes der Differenzwerte P(1) bis P(5), und daher kann die für die Brennpunkteinstellung benötigte Zeit für die Strahlabtastung

stung verkürzt werden. Als eine Folge kann die für die Brennpunkteinstellung benötigte Zeit verkürzt werden.

[0070] Fig. 6 zeigt ein Verfahren zum Herstellen der Targetmarke 160 nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Die Targetmarke 160 hat einen Metallmarkenbereich 202, der ein vorbestimmtes Markenmuster besitzt. Die Targetmarke 160 ist in der Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung wie der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 vorgesehen. Das vorbestimmte Markenmuster des Metallmarkenbereichs 202 wird zum Einstellen des Brennpunkts des Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls verwendet.

[0071] Zuerst wird, wie in Fig. 6A gezeigt ist, das Substrat 204 hergestellt. Das Substrat 204 kann beispielsweise aus Silizium (Si) bestehen. Dann wird ein Fotolack auf das Substrat 204 aufgebracht. Der vorbestimmte Bereich des Substrats 204 wird belichtet, entwickelt und geätzt auf der Grundlage des vorbestimmten Markenmusters des Metallmarkenbereichs 202. Als Folge werden, wie in Fig. 6B gezeigt ist, mehrere Nuten 210 in dem Substrat 204 gebildet. Die Nuten 210 sind vorzugsweise mit einem konstanten Abstand in dem Substrat 204 gebildet.

[0072] Dann wird, wie in Fig. 6C gezeigt ist, ein Metall epitaxial auf beiden Seitenwänden der Nuten 210 aufgewachsen, und die Metallmarkenbereiche 202 können auf diese Weise gebildet werden. Das Metall ist vorzugsweise ein Schwermetall, das eine große Menge der reflektierten Elektronen des Elektronenstrahls emittiert, wie Wolfram, und auch bevorzugt ein Metall, das in dem ausgewählten Bereich des Substrats 204 aufgewachsen werden kann. Beispielsweise ist es bevorzugt, die Metallmembran nur in dem ausgewählten Bereich der Nut 210 wie der Seitenwand der Nut 210 aufzuwachsen, indem der Bodenteil der Nut 210 durch ein Material wie  $\text{SiO}_2$  bedeckt wird, auf dem das Metall nicht aufwächst.

[0073] Da bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Metallmarkenbereich 202 durch epitaxiales Aufwachsen des Metalls gebildet wird, kann die Linienbreite X (siehe Fig. 6C) des Metallmarkenbereichs 202 so gesteuert werden, daß die gewünschte Dicke hat. Wenn die Targetmarke 160 zum Einstellen des Brennpunkts des Elektronenstrahls verwendet wird, sind die Linienmarken 250 des Metallmarkenbereichs 202 vorzugsweise derart ausgebildet, daß jede der Linienmarken 250 dieselbe Linienbreite X von den entsprechenden Seitenwänden hat und auch jede der Linienmarken 250 in einem konstanten Abstand Y angeordnet ist (siehe Fig. 6C).

[0074] Bei diesem Beispiel wird der Metallmarkenbereich 202 nur auf einer der Seitenwände der Nut 210 gebildet, jedoch kann der Metallmarkenbereich 202 auf beiden Seiten der Seitenwände der Nut 210 als ein anderes Beispiel gebildet werden. Auch wird bei diesem anderen Beispiel die Linienmarke des Metallmarkenbereichs 202 vorzugsweise derart gebildet, daß jede der Linienmarken 250 dieselbe Breite von den entsprechenden Seitenwänden hat und auch jede der Linienmarken 250 in einem konstanten Abstand angeordnet ist.

[0075] Fig. 7 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Herstellen der Targetmarke 160, die einen Metallmarkenbereich enthaltend ein vorbestimmtes Markenmuster aufweist. Die Targetmarke 160 ist in der Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung vorgesehen. Das vorbestimmte Markenmuster des Metallmarkenbereichs wird verwendet zum Einstellen des Brennpunkts des Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls.

[0076] Zuerst wird, wie in Fig. 7A gezeigt ist, die Basis 240, die beispielsweise aus Silizium besteht, hergestellt. Dann wird, wie in Fig. 7B gezeigt ist, eine erste Membran

212 unter Verwendung eines ersten Materials auf der Basis 240 so gebildet, daß sie sich entlang der Oberfläche der Basis 204 in einer ersten Richtung L erstreckt. Hier ist das erste Material vorzugsweise ein Metall, das eine große Menge von reflektierten Elektronen eines Elektronenstrahls emittiert. Das erste Material ist weiterhin vorzugsweise ein Schwermetall wie Wolfram.

[0077] Als Nächstes wird eine zweite Membran 214 mittels eines zweiten Materials auf der ersten Membran 212 in der ersten Richtung L gebildet. Das zweite Material ist vorzugsweise ein Material, das eine kleinere Menge von reflektierten Elektronen des Elektronenstrahls als das erste Material emittiert. Beispielsweise kann das zweite Material das gleiche sein wie das der Basis 240, beispielsweise Silizium.

[0078] Ein membrangewachsenes Substrat 220 wird erzeugt durch mehrmaliges abwechselndes Schichten der ersten Membran 212 und der zweiten Membran 214 in der ersten Richtung L. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die erste Membran 212 und die zweite Membran 214 fünfmal abwechselnd in der ersten Richtung L geschichtet. Die Anzahl der Male der Schichtung wird vorzugsweise derart bestimmt, daß der Abstand zwischen der untersten Schichten der ersten Membran 212 und der höchsten Schicht der ersten Membran 212 innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 ist.

[0079] Weiterhin haben alle der ersten Membranen 212 vorzugsweise dieselbe Dicke. In gleicher Weise haben alle der zweiten Membranen 214 vorzugsweise dieselbe Dicke. Die mehreren ersten Membranen 212 können mit einem konstanten Abstand gebildet werden, indem eine Steuerung in der Weise durchgeführt wird, daß die Dicke jeder der ersten Membranen 212 dieselbe ist und auch die Dicke jeder der zweiten Membranen 214 dieselbe ist.

[0080] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann jede der ersten Membranen 212 so gebildet werden, daß sie einen unterschiedlichen Abstand haben. Weiterhin sind die Dicken der ersten Membran 212 und der zweiten Membran 214 vorzugsweise so gebildet, daß sie so gering wie möglich sind, so daß soviel Linienmarken 250 wie möglich innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls existieren, wenn die Targetmarke 160 in der Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 installiert wird.

[0081] Als Nächstes wird der Metallmarkenbereich 202 gebildet durch Spalten oder Schneiden des membrangewachsenen Substrats 220 entlang der Linie A-A' in Fig. 7C. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Endfläche mehrerer der ersten Membranen 212, welche in der Spaltfläche 260 (siehe Fig. 7D) des membrangewachsenen Substrats 220 freigelegt sind, als ein Metallmarkenbereich 202 mit einem vorbestimmten Markenmuster verwendet.

[0082] Dann wird die Basis 240 von dem membrangewachsenen Substrat 220 entfernt. Als Nächstes wird das membrangewachsene Substrat 220, von welchem die Basis 240 entfernt wurde, an dem Substrat 230 in der Weise angebracht, daß die erste Richtung L im Wesentlichen senkrecht zu einer Oberfläche des Substrats 230 verläuft, wie in Fig. 7E gezeigt ist. Dann wird die Targetmarke 160 in gebildet. Das Substrat 230 kann aus demselben Material wie die Basis 240 bestehen, beispielsweise Silizium.

[0083] Weiterhin ist es, wie in Fig. 8 gezeigt ist, bevorzugt, Enden der zweiten Membranen 214 so zu ätzen, daß die oberen oder Längsenden der Metallmarkenbereiche 202 gegenüber den oberen oder Längsendflächen der zweiten Membranen 214 vorsichen.

[0084] In den Fig. 7A-7E und in Fig. 8 ist ein Beispiel gezeigt für die Anwendung des epitaxialen Aufwachsens zum Bilden der ersten Membran 212 und der zweiten Membran

214. Jedoch ist das Verfahren zum Bilden der ersten Membran 212 und der zweiten Membran 214 nicht auf das epitaxiale Aufwachsen begrenzt. Jedes andere Verfahren, welches dieselben vorteilhaften Ergebnisse wie hier beschrieben ergibt, kann zur Bildung der ersten Membran 212 und der zweiten Membran 214 verwendet werden, wie in den Fig. 7A 7E gezeigt ist.

[0085] Weiterhin kann eine Metallisierung verwendet werden zur Herstellung der Targetmarke 160, die einen Metallmarkenbereich mit einem vorbestimmten Markenmuster aufweist. Beispielsweise wird ein aus Silizium gebildetes Substrat hergestellt. Als Nächstes werden mehrere durch das Substrat hindurchgehende Löcher in konstantem Abstand gebildet. Dann wird eine Elektrodenplatte auf der Unterseite des Substrats vorgesehen, und eine Spannung wird an die Elektrodenplatte angelegt. Dann wird jedes der Löcher des Substrats von unten nach oben metallisiert, um den Metallmarkenbereich zu bilden. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel kann ein leitendes Substrat anstelle der Elektrodenplatte auf der Unterseite des Substrats vorgesehen werden.

[0086] Wie vorstehend gezeigt ist, wird die Targetmarke 160 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in Beziehung auf die Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung 100 erläutert. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Targetmarke 160 für eine Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung wie ein Elektronenmikroskop, eine Elektronenstrahl-Prüfvorrichtung und eine Elektronenstrahl-Längenmeßvorrichtung verwendet werden. Wie aus der obigen Erläuterung ersichtlich ist, kann die vorliegende Erfindung eine Targetmarke mit einer winzigen oder kleinen Linienbreite X vorsehen.

#### Patentansprüche

1. Targetmarke zum Einstellen eines Brennpunktes eines Elektronenstrahls sowie zum Messen der Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung (100), dadurch gekennzeichnet, daß die Targetmarke (160) einen Metallmarkenbereich (202) mit einem vorbestimmten Markenmuster, der aus einem epitaxialen Metall besteht, und ein den Metallmarkenbereich (202) tragendes Substrat (204) aufweist.
2. Targetmarke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (204) eine Nut (210) mit Seitenwänden aufweist und der Metallmarkenbereich (202) eine epitaxiale Metallmembran (250) auf wenigstens einer der Seitenwände der Nut (210) besitzt.
3. Targetmarke nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Linienbreite des Metallmarkenbereichs (202) im Wesentlichen 0,1 µm oder weniger beträgt.
4. Targetmarke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall ein Schwermetall ist.
5. Targetmarke nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (204) mehrere Nuten (210) aufweist und daß der Metallmarkenbereich (202) die epitaxiale Metallmembran (250) auf mehreren der Seitenwände der mehreren Nuten (210) besitzt.
6. Targetmarke zum Einstellen eines Brennpunktes eines Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung (100), dadurch gekennzeichnet, daß die Targetmarke (160) aufweist: einen Markenbereich (202), der eine erste Membran (212) aus Metall und eine zweite Membran (214) aus einem Material mit einer Emissionsgröße für reflektierte Elektronen, welche

kleiner als die des Metalls ist, hat, wobei die zweite Membran (214) auf der ersten Membran (212) gebildet ist und sich entlang einer Oberfläche der ersten Membran (212) in einer ersten Richtung erstreckt, und wobei ein Substrat (230), an welchem der Markenbereich (202) an einer Oberfläche, die im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Richtung verläuft, angebracht ist.

7. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der ersten Membran (212) ein Schwermetall ist.

8. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der zweiten Membran (214) Silizium ist.

9. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die erste Membran (212) als auch die zweite Membran (214) epitaxial sind.

10. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere der ersten Membran (212) und der zweiten Membran (214) abwechselnd in der ersten Richtung geschichtet sind.

11. Targetmarke nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den ersten Membranen (212), der an den jeweiligen Enden des Markenbereichs (202) besteht, innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls liegt.

12. Targetmarke nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede Linienbreite der mehreren ersten Membranen (212) im Wesentlichen dieselbe ist.

13. Targetmarke nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede Breite der mehreren zweiten Membranen (214) im Wesentlichen dieselbe ist.

14. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Längsende der ersten Membran (212) gegenüber einer Längsendenfläche der zweiten Membran (214) vorsteht.

15. Targetmarke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Membran (214) einstückig mit dem Substrat (230) ist.

16. Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung zum Belichten einer Halbleiterscheibe (64) mit einem Elektronenstrahl, gekennzeichnet durch:

eine Elektronenkanone (12), welche den Elektronenstrahl erzeugt; eine Elektronenlinse (14, 20, 28, 32, 40, 46, 50, 52, 66) zum Einstellen eines Brennpunktes des Elektronenstrahls auf einen vorbestimmten Bereich der Halbleiterscheibe (64); und einen Halbleiterscheiben-Untersatz (62) zur Installierung der Halbleiterscheibe (64); worin der Halbleiterscheiben-Untersatz (62) eine Targetmarke (160) hat, die zum Einstellen eines Brennpunktes des Elektronenstrahls verwendet wird und die enthält: einen Metallmarkenbereich (202) mit einem vorbestimmten Markenmuster, wobei der Metallmarkenbereich (202) ein epitaxiales Metall aufweist, und ein Substrat (204) zum Tragen des Metallmarkenbereichs (202).

17. Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Linienbreite des Metallmarkenbereichs (202) im Wesentlichen 0,1 µm oder weniger beträgt.

18. Elektronenstrahl-Belichtungsvorrichtung zum Belichten einer Halbleiterscheibe (64) mit einem Elektronenstrahl, gekennzeichnet durch: eine Elektronenkanone (12), die den Elektronenstrahl erzeugt; eine Elektronenlinse (14, 20, 28, 32, 40, 46, 50, 52, 66) zum Einstellen eines Brennpunktes des Elektronenstrahls auf einen vorbestimmten Bereich der Halbleiterscheibe (64); und einen Halbleiterscheiben-Untersatz (62) zum Installieren der Halbleiterscheibe

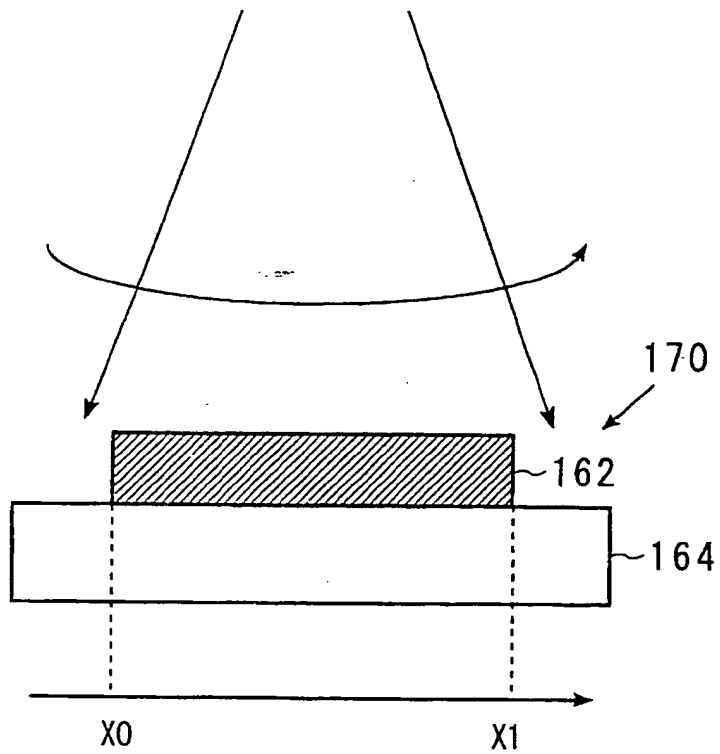
- (64); worin der Halbleiterscheiben-Untersatz (62) eine Targetmarke (160) hat, welche zum Einstellen eines Brennpunktes des Elektronenstrahls verwendet wird, und welche enthält: ein vorbestimmtes Markenmuster, das eine erste Membran (212) aus Metall und eine zweite Membran (214) aus einem Material, das eine Emissionsgröße für reflektierte Elektronen hat, die kleiner ist als die des Metalls, aufweist; wobei die zweite Membran (214) auf der ersten Membran (212) gebildet ist und sich entlang einer Oberfläche der ersten Membran (212) in einer ersten Richtung erstreckt; und ein Substrat (230), an welchem die erste Membran (212) und die zweite Membran (214) an einer Oberfläche, die im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Richtung verläuft, angebracht sind.
19. Verfahren zum Herstellen einer Targetmarke mit einem Metallmarkenbereich (202) der ein vorbestimmtes Markenmuster hat, welche zur Einstellung eines Brennpunktes eines Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung (100) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Nuten (210) in einem Substrat (204) gebildet werden und der Metallmarkenbereich (202) durch eine epitaxiale Metallmembran (250) auf Seitenwänden von jeder der Nuten (210) gebildet wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Nuten (210) in dem Substrat (204) mit konstantem Abstand gebildet werden.
21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallmembrane (250) des Metallmarkenbereichs (202) für jede der mehreren Seitenwände gebildet werden.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß jede Linienbreite der Metallmembrane (250) des Metallmarkenbereichs (202) im Wesentlichen dieselbe ist.
23. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Metallmembranen (250), die an jedem Ende des Metallmarkenbereichs (202) bestehen, innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls gebildet ist.
24. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallmembranen (250) unter Verwendung eines Schwermetalls gebildet werden.
25. Verfahren zum Herstellen einer Targetmarke (160), die ein vorbestimmtes Markenmuster hat und zum Einstellen eines Brennpunktes eines Elektronenstrahls und zum Messen der Form des Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahl-Behandlungsvorrichtung (100) verwendet wird, gekennzeichnet durch die Schritte:  
Bilden einer ersten Membran (212) auf einer Basis (240) derart, daß sie sich entlang einer Oberfläche der Basis (240) in einer ersten Richtung erstreckt;  
Bilden einer zweiten Membran (214) auf der ersten Membran (212) in der Weise, daß sie sich in der ersten Richtung erstreckt; Entfernen der Basis (240) von der ersten Membran (212); Anbringen der ersten Membran (212) und der zweiten Membran (214) an einem Substrat (230) in der Weise, daß die erste Richtung im Wesentlichen senkrecht zu einer Oberfläche des Substrats (230) verläuft.
26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Membran (212) durch epitaxiales Aufwachsen und die zweite Membran (214) auf der ersten Membran (212) durch epitaxiales Aufwachsen gebildet werden.

27. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der ersten Membran (212) Schwermetall als Material für die erste Membran (212) verwendet wird.
28. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der zweiten Membran (214) ein Material verwendet wird, dessen Emissionsgröße für reflektierte Elektronen kleiner ist als die des Materials der ersten Membran (212).
29. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der zweiten Membran (214) Silizium verwendet wird.
30. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildung der ersten Membran (212) und die Bildung der zweiten Membran (214) mehrere Male abwechselnd durchgeführt wird, um mehrere erste Membrane (212) und mehrere zweite Membrane (214) zu bilden.
31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Membranen (212) so gebildet werden, daß der Abstand zwischen den ersten Membranen (212) die am nächsten zu jedem Ende der Targetmarke (160) existieren, innerhalb der Abtastbreite des Elektronenstrahls liegt.
32. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß jede Linienbreite der mehreren ersten Membrane (212) so gebildet wird, daß sie im Wesentlichen dieselbe ist.
33. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß jede Dicke der mehreren zweiten Membrane (214) so gebildet wird, daß im Wesentlichen dieselbe ist.
34. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Membran (214) so geätzt wird, daß ein Längsende der ersten Membran (212) gegenüber einer Längsflächenfläche der zweiten Membran (214) vorsteht.

---

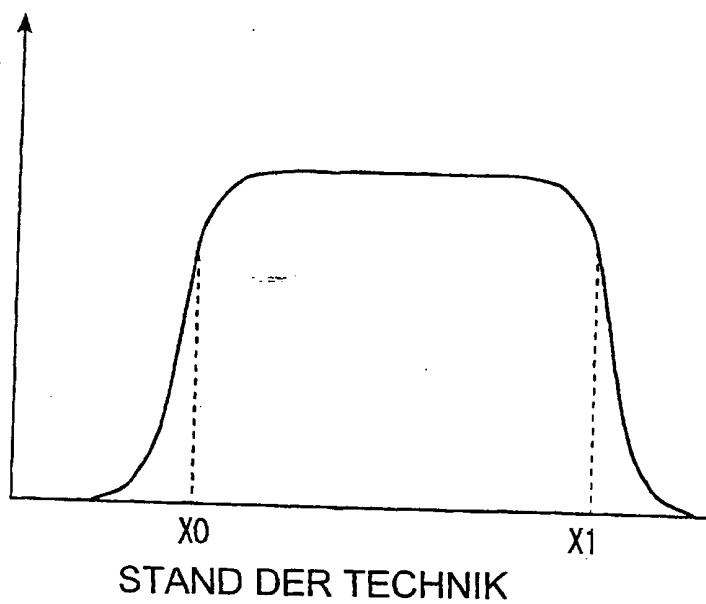
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

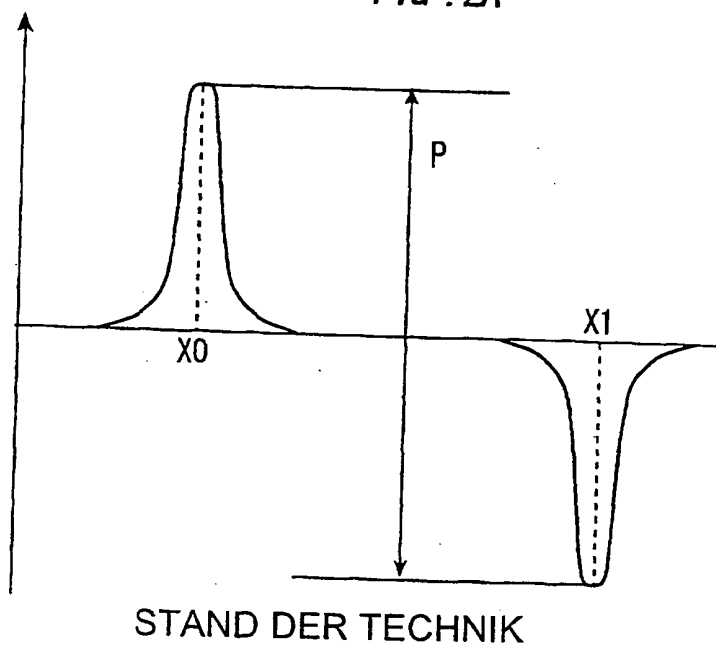


STAND DER TECHNIK

**FIG. 1**



*FIG. 2A*



*FIG. 2B*

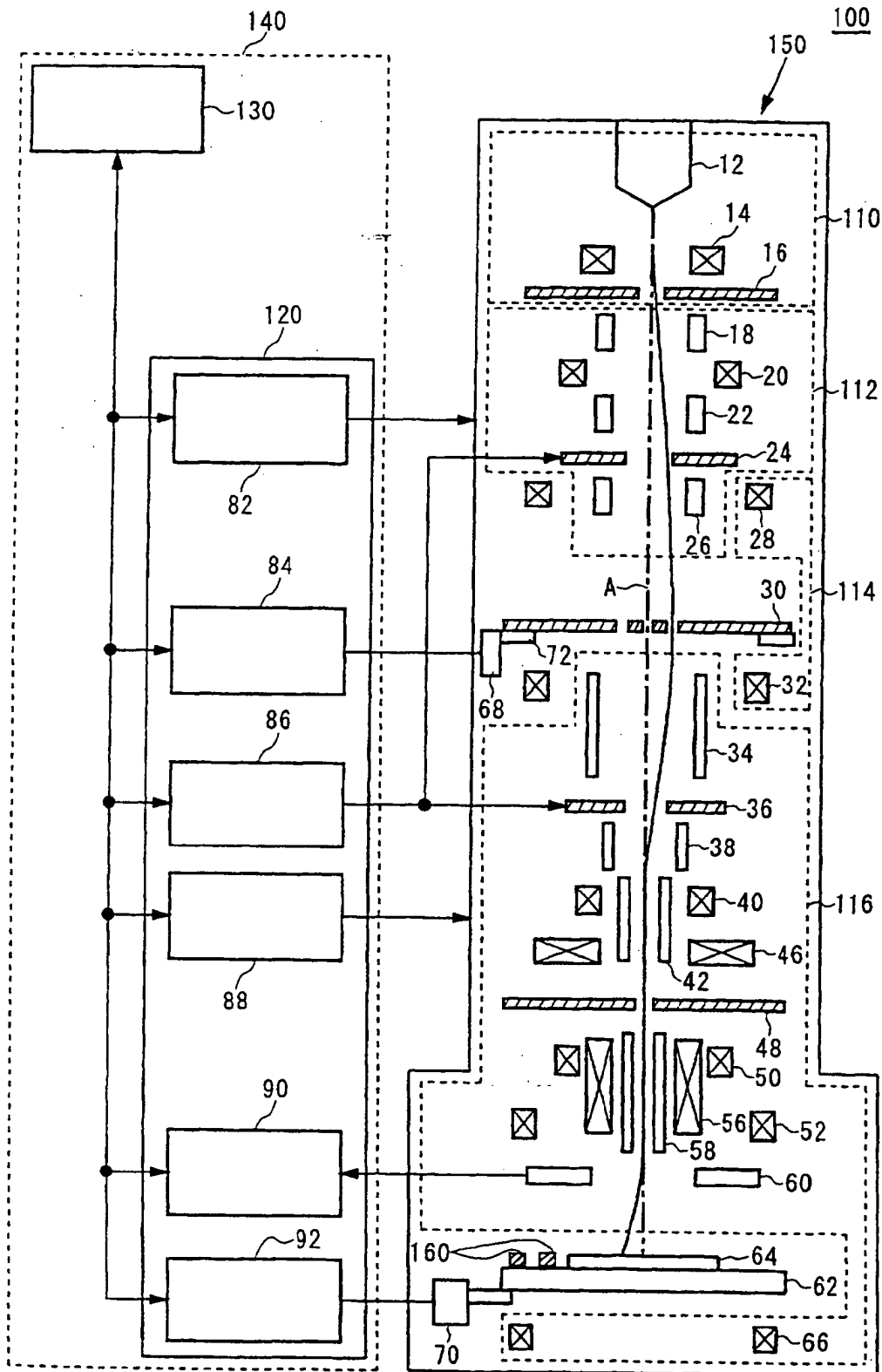
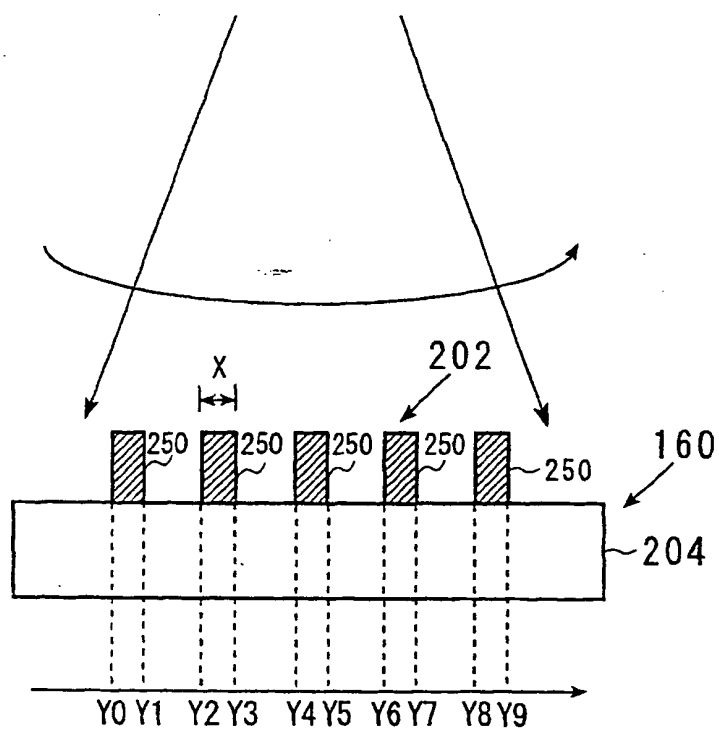


FIG. 3



**FIG. 4**



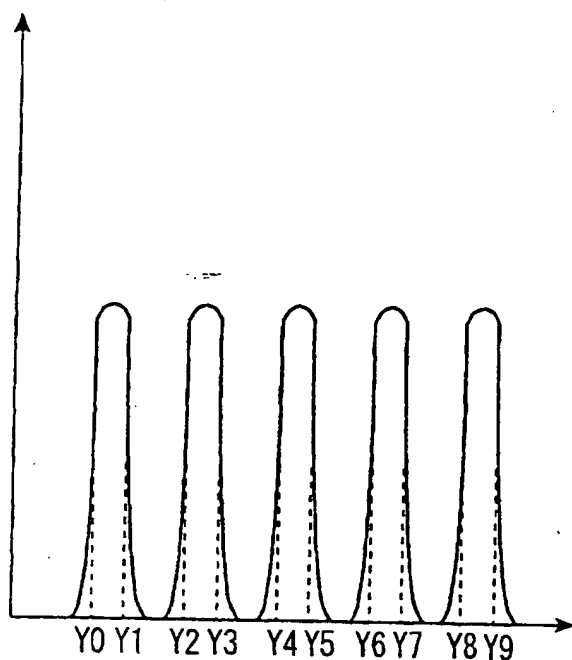


FIG. 5A

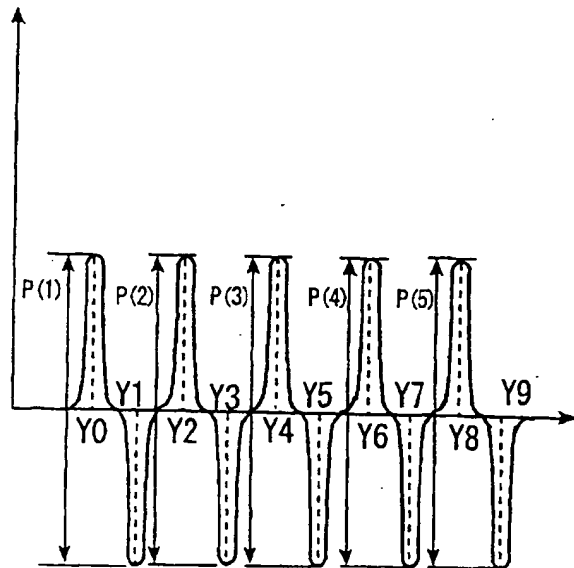
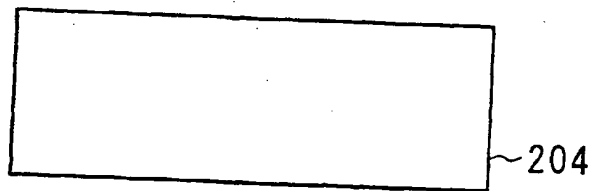
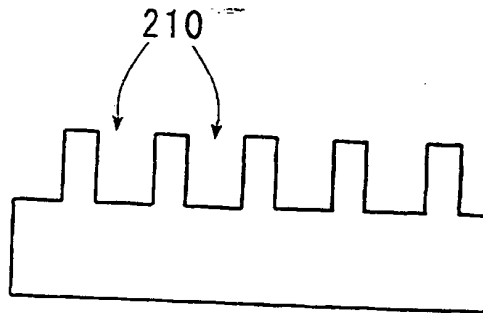


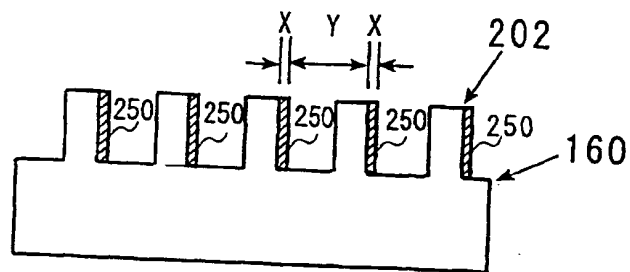
FIG. 5B



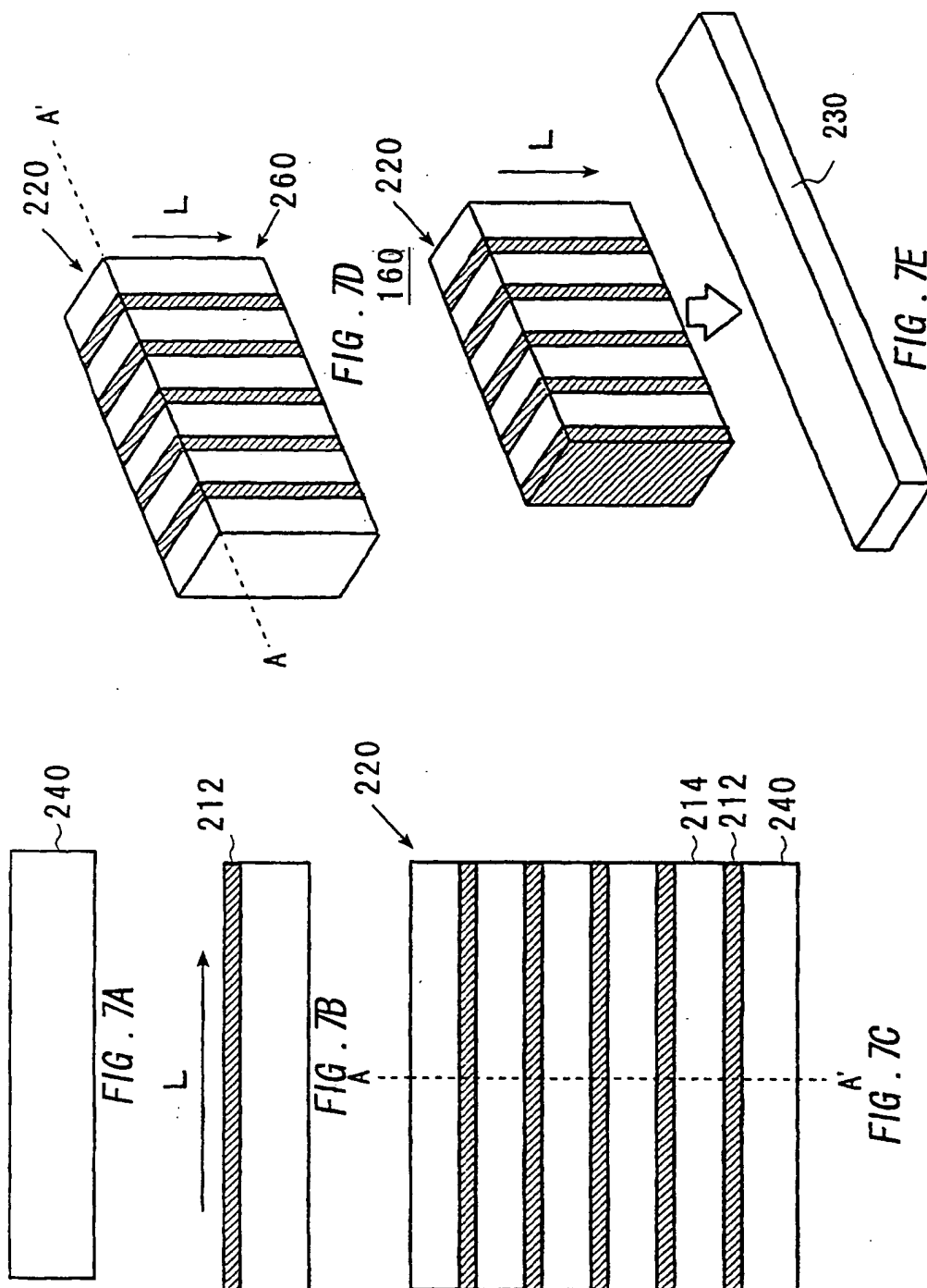
**FIG. 6A**

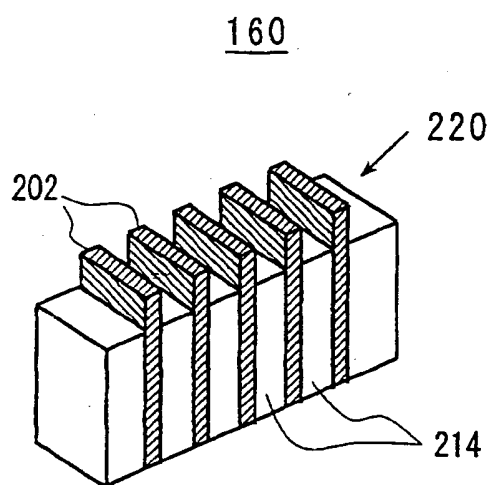


**FIG. 6B**



**FIG. 6C**





**FIG . 8**